

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

RS 工藤
2 US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月13日

願番号
Application Number:

特願2000-069097

願人
Applicant(s):

日本電気株式会社

11046 U.S. PTO
09/802986
03/13/01

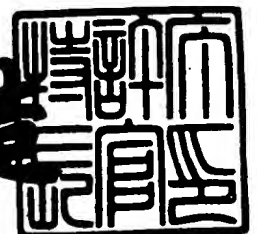
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3108825

【書類名】 特許願

【整理番号】 45701582PY

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/18

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 道下 幸雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100083987

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山内 梅雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 016252

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9006535

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光分岐装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部の伝送路部分を特定の波長の光信号が通過する際の光の分散を補償する光分散補償器を内蔵したことを特徴とする光分岐装置。

【請求項 2】 外部の伝送路部分による特定の波長の光の分散を補償する光分散補償器を内蔵したことを特徴とする光分岐装置。

【請求項 3】 光スイッチと、
この光スイッチによって外部に接続された伝送路を切り替えたときこの切り替えによって生じる伝送路の長さの差に対応する特定の波長の光の分散を補償する光分散補償器
とを具備することを特徴とする光分岐装置。

【請求項 4】 前記光分散補償器は、取り外し自在な回路素子として構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置。

【請求項 5】 前記光分散補償器は、分岐経路ごとに配置されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光ファイバ通信システムに使用する光分岐装置に係わり、特に異なった波長光信号を伝送する光ファイバ通信システムに使用して好適な光分岐装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

伝送する信号の大容量化の要求に伴って、光ファイバを使用した通信システムが急速に普及している。光ファイバ通信システムで使用されるファイバの屈折率は、たとえば石英系ガラスの場合は光の波長が長いほど小さい。このため、石英系ガラスで構成されている光ファイバは光の波長が長いほどその伝搬速度が速くなり、また光の波長が短いほどその伝搬速度が遅くなる。これを正の波長分散と

呼んでいる。

【0003】

このような分散特性の存在によって、波長にある程度の広がりを持つパルス状の光を光ファイバに入射すると、出射光のパルス幅が広がってしまい、波形ひずみ等の伝送品質の劣化が生じる。特に海底中継路のように伝送距離が長い場合にはその影響が大きい。また、信号のビットレートが増加するほど伝送品質の劣化による影響が顕著となる。たとえば10Gps（ギガ/秒）の場合には、1スロットの時間幅は $1/10\text{Gps}$ すなわち100psとなる。そこでその10分の1程度に相当する10ps以下に波形ひずみを抑える必要がある。このため、従来から分散を補償するための分散補償光ファイバを使用することが提案されている。たとえば特開平9-36814号公報に開示されたシステムでは、信号光をエルビウムドープファイバと分散補償型ファイバとの間で往復伝搬させることによって、波長分散と伝播損失を共に補償するようにしている。

【0004】

しかしながら、従来の光ファイバ通信システムでは伝送路の一部に分岐路を設けてメインパスから分岐パスに光信号を分岐したり、この逆に分岐パスからの光信号をメインパスに合波する場合について特別な配慮が行われていなかった。すなわち伝送路の一部に分岐路を設けると、これによって伝送路の長さが異なることになるが、この場合には分岐補償の効果が十分発揮できなくなるという問題があった。

【0005】

図9は、このような問題を解消するものとして光分岐装置を配置した光ファイバ通信システムで伝送路の波長分散を補償できるようにしたものを表わしたものである。特開平9-153859号公報に記載されたこの光ファイバ通信システムでは、光送信端局11と光受信端局12の間に光分岐装置13が配置されており、ここで分岐された光信号は光送受信端局14に到達するようになっている。光送受信端局14は、到達した光信号を受信信号15として出力すると共に、送信信号16を図示しない装置から受信して光分岐装置13に送出し、ここを経由して光受信端局12に送るようにしている。

【0006】

図10は、従来の光分岐装置の構成例を表わしたものである。光分岐装置13は、光スイッチ13Aと光合分波器13Bを内蔵している。そして、通常は図9に示した光送信端局11と光受信端局12の間、光送信端局11と光送受信端局14の間、および光受信端局12と光送受信端局14の間の通信の中継ぎをしている。そして、たとえば図で×印で示すように光分岐装置13と光受信端局12の間の伝送路に何らかの障害が発生した場合には、光スイッチ13Aを矢印13Cで示したように予備側に切り替えることによって、光分岐装置13と光受信端局12の間の通信路を確保している。

【0007】

この従来の光ファイバ通信システムでは、図9に示すようにA点から光分岐装置13を経由して光受信端局12の方向に1等化区間だけ進んだ点をB点とし、光送信端局11からA点までの距離をn等化区間（nは0以上の整数）とするとともに、B点から光受信端局12までの距離をm等化区間（mは0以上の整数）とするようにしている。そして、メインパス上での1等化区間では、光分岐装置13の入力側に、その1等化区間で予定されている累積波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ18を挿入し、光分岐装置13の出力側にもその1等化区間で予定されている累積波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ19を挿入するようにしている。これにより、光送信端局11から光受信端局12にメインパスを伝送する光信号は、光分岐装置13を含む1等化区間で、その1等化区間の累積波長分散をこれら等化ファイバ18、19で補償している。

【0008】

また、メインパスのA点から分岐パスのC点までの区間を1等化区間とし、光分岐装置13の出力段入力装置の1等化区間の波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ21を挿入し、分岐パスの上りパスについては、分岐パスの上りパスのD点からメインパスのB点までの間を1等化区間として、光分岐装置13の入力段にその1等化区間の波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ22を挿入している。

【0009】

したがって、この光ファイバ通信システムでは、メインパスをA点からB点到伝送される光信号のA点からB点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ18、19によって、B点でゼロになるように予め補償される。また、メインパスをA点から光分岐装置13で分岐パスに分岐されC点まで伝送される光信号のA点からC点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ18、21によってC点でゼロになるように予め補償される。更に、分岐パスの上りパスのD点から光分岐装置13によりメインパスに合流して、メインパスのB点到伝送される光信号のD点からB点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ22、19によってB点でゼロになるように予め補償される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

この図9に示した光ファイバ通信システムでは、光分岐装置13の前後を挟むような形で分散等化ファイバ18、19、21、22を配置している。これらの分散等化ファイバ18、19、21、22は、分散を補償するための特性を持ったファイバであり、その長さによってその特性を調整するようになっているため、予めシステム分散量に対しての補償量が決まっている。したがって、伝送路長が急に変更になった場合は分散量が変更になるため、等化ファイバ18、19、21、22の長さによって経路長が異なってくるといった問題があった。

【0011】

また、この経路長の違いをアンバランスにしないためにこの従来技術では光分岐装置13を挟む形で0.5倍ずつ補償するように等化ファイバ18、19、21、22を配置している。したがって、用意する等化ファイバ18、19、21、22の数が多く、部品点数が多くなるだけでなく、現場においてこれらの等化ファイバ18、19、21、22を配置する手間がかかり、作業が煩雑であるという問題もあった。

【0012】

そこで本発明の目的は、光分岐装置を伝送路の一部に配置するとき、分散を補償するための特別の作業を不要にすることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明では、光分岐装置が内部の伝送路部分を特定の波長の光信号が通過する際の光の分散を補償する光分散補償器を内蔵したことを特徴としている。

【0014】

すなわち、請求項 1 記載の発明では、光分岐装置の内部にこの光分岐装置を配置したことによる光の分散を補償する光分散補償器を内蔵したので、光分岐装置を伝送路の途中に配置しても端局側に伝送される光信号の分散の状態に変化がない。このため、端局側の補償のための回路部分を変更する必要がない。

【0015】

請求項 2 記載の発明では、外部の伝送路部分による特定の波長の光の分散を補償する光分散補償器を光分岐装置に内蔵したことを特徴としている。

【0016】

すなわち請求項 2 記載の発明では、光分岐装置に接続された伝送路で生じる光の分散を補償する光分散補償器を光分岐装置自体に内蔵することにした。このため、光分岐装置を伝送路に配置するだけで伝送路全体の光の分散を補償することができる。

【0017】

請求項 3 記載の発明では、（イ）光スイッチと、（ロ）この光スイッチによって外部に接続された伝送路を切り替えたときこの切り替えによって生じる伝送路の長さの差に対応する特定の波長の光の分散を補償する光分散補償器とを光分岐装置に具備させる。

【0018】

すなわち請求項 3 記載の発明では、光分岐装置の内部で光スイッチによって伝送路の切り替えを行うときに、この切り替えによって生じる伝送路の長さの差分に相当する光の分散を光分散補償器で補償するようにしている。これにより、光スイッチで伝送路を切り替えてもこれによる光の分散を外部で補償する必要がなくなる。

【0019】

請求項 4 記載の発明では、請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置で光分散補償器は、取り外し自在な回路素子として構成されていることを特徴としている。

【0020】

すなわち請求項 4 記載の発明では、光分岐装置に内蔵される光分散補償器は、取り外し自在な回路となっているので、分散量を自在に調整することができる。

【0021】

請求項 5 記載の発明では、請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置で、光分散補償器は分岐経路ごとに配置されていることを特徴としている。

【0022】

すなわち請求項 5 記載の発明では、分岐経路ごとに光分散補償器が配置されているので、それぞれの分岐路ごとに分散を補償することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【0024】

【実施例】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0025】

第 1 の実施例

【0026】

図 1 は本発明の第 1 の実施例における光分岐装置を使用した光ファイバ通信システムの構成の概要を表わしたものである。本実施例のシステムでは光送信端局 101 と第 1 の光受信端局 102 とを結ぶメインパスの中間位置に光分岐装置 103 を配置しており、分岐された光信号が第 2 の光受信端局 104 で受信されるようになっている。光送信端局 101 と光分岐装置 103 の間には、光増幅器 106 を備えた中継器 107 が間隔を置いて配置されており、これらの中継器 107 の間の伝送路 108 は、ディスパージョン・シフト・ファイバ (Dispersion Shift Fiber : DSF) 111 と、この DSF 111 の反対の特性を持って分散を補償するディスパージョン・コンペンセイト・ファイバ (Dispersion Compensat

e Fiber : DCF) 112 がそれぞれ配置されている。光分岐装置 103 と第 1 の光受信端局 102 の間についても同様である。また、この図では示していないが、光分岐装置 103 と第 2 の光受信端局 104 の間も伝送路の距離がある程度長ければ、同様に中継器 107 と DSF 111 および DCF 112 がそれぞれ配置されている。

【0027】

光分岐装置 103 は、その内部にメインパス用に光分散補償器 114 を、またサブパス用に光分散補償器 115 を配置している。このように本実施例の光ファイバ通信システムでは、光分岐装置 103 の内部に光分散補償器 114、115 を配置することを特徴としている。したがって、作業者は伝送路の分岐を行う際にはその分岐箇所に単に光分岐装置 103 を配置すれば足りる。

【0028】

図 2 は、本実施例の光分岐装置の概略構成を表わしたものである。本実施例の光分岐装置 103 は、光ファイバ 121 の波長ごとに分けられた第 1 ～第 8 の分岐経路 122₁ ～ 122₈ ごとに分散補償回路 123₁ ～ 123₈ を内蔵している。これら分散補償回路 123₁ ～ 123₈ は、この光分岐装置 103 において伝送されるすべての波長をまとめて分散補償する回路である。分散補償回路 123₁ ～ 123₈ は、それぞれ分散補償量が異なるものの互いに同一サイズとなった回路素子が市販されている。したがって、所定の波長の光信号を基準として光分岐装置 103 のサイズ等で定まる分散の度合いに応じた分散補償特性の分散補償回路 123₁ ～ 123₈ が選択されて使用されることになる。本実施例では分散補償回路 123₁ ～ 123₄ を経た分岐経路 125₁ ～ 125₄ が第 1 の光受信端局 102 を結ぶメインパスを構成しており、分散補償回路 123₅ ～ 123₈ を経た分岐経路 125₅ ～ 125₈ が第 2 の光受信端局 104 を結ぶサブパスを構成している。

【0029】

図 3 は、本実施例で用いられる光ファイバ通信システムにおける各波長の分散の様子を代表的な 2 つの波長を例にとって表わしたものである。この図で横軸は図 1 に示した光送信端局 101 からの距離 (Km) を表わしており、縦軸は波長分散の様子を示している。光送信端局 101 から光信号が送出された時点では光

の分散が生じていないが、距離を経るごとに分散の度合いが大きくなるようになっている。

【0030】

図1に示したように光分岐装置103内だけでなく、途中の伝送路108でも光の分散がDCF112および光分散補償器114、115によって補償されている。図3では所定の波長からなる第3チャンネルの光信号131₃の分散が無くなるように補償されている。図で鋸歯状波のように波長の分散が行われたりそれが補正される状態が反復しているのは、DCF112による補償が伝送路のそれぞれの区間で行われているからである。このように伝送路の途中で逐次補償を行うことで、伝送路の末端で1回だけ補償を行う場合と比べると、パルス状の光信号の波形の歪の程度を良好に補正して信号の再生のエラーを抑えることができる。

【0031】

この図3で他のたとえば第7チャンネルの光信号131₇は同様に伝送路の途中で逐次補償されているが、DCF112あるいは光分散補償器114、115の補償が全波長に対して一律に行われているため、伝送距離が長くなるにしたがって分散の度合いが少しずつ大きくなっている。

【0032】

図4は、本実施例で用いられる光ファイバ通信システムで最終的に第1の光受信端局等の受信側の端局で光信号の補償が行われる様子を表わしたものである。図1に示した光送信端局101と第1および第2の光受信端局102、104の間では既に説明したように波長ごとの分散補償は行っていない。このため、最終的な分散補償は第1および第2の光受信端局102、104で行うことになる。

【0033】

この図4で破線で示した特性141は、本実施例の光分岐装置103を使用せずに従来の光分岐装置を使用した際の第7チャンネルの光信号の補償の様子を表わしたものである。第1および第2の光受信端局102、104では各波長の光信号の再生を行う前にこれら光信号の波長ごとの分散の補償を行う。しかしながら、従来の光分岐装置を使用した場合には本実施例の光分岐装置103を使用した

場合と異なり、新たに設けた光分岐装置内の分だけ分散が過剰に発生する。このため、この例では第2の光受信端局104で図で符号Sで示す量だけ分散補償の量が不足することになる。これに対して実線で示した本実施例による第7チャンネルの光信号131₇の場合には、光分岐装置103を配置する前に対してその後でも第2の光受信端局104側で全波長の補償が完全に行われることになる。

【0034】

図5は、参考に分散補償前の各チャンネルの信号波形を示したものであり、図6は本実施例における分散補償後の各チャンネルの信号波形を示したものである。図5では、第7チャンネルの光信号131₇が分散のためにその波形を歪ませている。図6では光分岐装置103の使用によって分散が補償されている。このため第7チャンネルの光信号131₇も分散が補償され、信号の再生が良好に行われることになる。

【0035】

第2の実施例

【0036】

図7は、本発明の第2の実施例における光分岐装置を使用した光ファイバ通信システムを表わしたものである。この光ファイバ通信システムでは、A局201とB局202およびC局203を結ぶ中間位置に分岐装置204を配置している。A局201は $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の波長の合計8チャンネル分の光信号206₁～206₈を送出し、このうちの第7の波長 λ_7 の第7チャンネルの光信号206₇のみを、分岐装置204でC局203に分岐させて送出し、残りをB局202に送出するようになっている。C局203では波長 λ_7 の第7チャンネルの光信号216₇を分岐装置204に送出する。分岐装置204は、この光信号216₇とA局201から送られてきた光信号206₁～206₆、206₈を合波してB局202に送ることになる。

【0037】

このような光ファイバ通信システムでは、分岐装置204からC局203に分岐した第7チャンネルの光信号206₇、216₇は、それ以外の第1～第6および第8の光信号206₁～206₆、206₈よりも、C局203と分岐装置204

の間の距離の 2 倍だけ B 局 2 0 2 までの伝送距離が長いことになる。したがって、この実施例では分岐装置 2 0 4 内に光合分波器 2 2 1 の他に、第 7 チャンネルの光信号 2 0 6₇、2 1 6₇に対応する箇所にそれぞれ光分散補償器 2 2 2、2 2 3 を配置している。すなわち、あるチャンネルの光信号が他のチャンネルの光信号よりも伝送距離が長い場合には、その分の波長分散を分岐装置 2 0 4 内で補償するようにしている。

【0 0 3 8】

第 3 の実施例

【0 0 3 9】

図 8 は、本発明の第 3 の実施例における光分岐装置を表わしたものである。この光分岐装置 3 0 1 は、その内部に光スイッチ 3 0 2 と、光合分波器 3 0 3 と、光分散補償器 3 0 4 を備えている。光スイッチ 3 0 2 は、A 局と B 局を結ぶ伝送路を A 局と C 局を結ぶ伝送路に切り替えるために設けられている。光合分波器 3 0 3 は、C 局と B 局または A 局を結ぶ際の光信号の合波を行ったり分波を行うために使用される。光分散補償器 3 0 4 は、たとえば光分岐装置 3 0 1 と B 局を結ぶ伝送路上に図で×印で示す障害が発生したときに、光スイッチ 3 0 2 が切り替わった際の切り替わり先にそれぞれ配置されている。これらの光分散補償器 3 0 4 は、障害時等による経路の切り替えで生じた伝送路の長さの変化分に対応する波長分散を光分岐装置 3 0 1 内で補償するためのものである。

【0 0 4 0】

【発明の効果】

以上説明したように請求項 1 記載の発明によれば、光分岐装置の内部にこの光分岐装置を配置したことによる光の分散を補償する光分散補償器を内蔵したので、光分岐装置を伝送路の途中に配置しても端局側に伝送される光信号の分散の状態に変化がない。このため、端局側の補償のための回路部分を変更する必要がなく既存の設備をそのまま生かせるという利点がある。

【0 0 4 1】

また請求項 2 記載の発明によれば、外部の伝送路部分による特定の波長の光の分散を補償する光分散補償器を光分岐装置に内蔵したので、光分岐装置を伝送路

に配置するだけで伝送路全体の光の分散を補償することができるという利点がある。

【 0 0 4 2 】

更に請求項 3 記載の発明によれば、光分岐装置の内部で光スイッチによって伝送路の切り替えを行うときに、この切り替えによって生じる伝送路の長さの差分に相当する光の分散を光分散補償器で補償するようにしたので、光スイッチで伝送路を切り替えてもこれによる光の分散を外部で補償する必要がない。したがって、たとえば障害時に光スイッチを切り替えても光信号の品質を保持することができる。

【 0 0 4 3 】

また請求項 4 記載の発明によれば、請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置で光分散補償器は、取り外し自在な回路素子として構成されているので、伝送路の長さに応じて分散量を自在に調整することができる。

【 0 0 4 4 】

更に請求項 5 記載の発明によれば、請求項 1 または請求項 2 記載の光分岐装置で、光分岐装置は分岐経路ごとに光分散補償器を配置しているので、分岐経路ごとに分散を補償することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例における光分岐装置を使用した光ファイバ通信システムの構成の概要を表わしたシステム構成図である。

【図 2】

第 1 の実施例の光分岐装置の構成を表わした概略構成図である。

【図 3】

第 1 の実施例で使用する光ファイバ通信システムにおける各波長の分散の様子を代表的な 2 つの波長を例にとって表わした特性図である。

【図 4】

第 1 の実施例の光ファイバ通信システムで最終的に第 1 の光受信端局等の受信側の端局で光信号の補償が行われる様子を表わした特性図である。

【図 5】

分散補償前の各チャネルの信号波形を参考的に示した波形図である。

【図 6】

第 1 の実施例による分散補償後の各チャネルの信号波形を参考的に示した波形図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施例における光分岐装置を使用した光ファイバ通信システムを表わしたシステム構成図である。

【図 8】

本発明の第 3 の実施例における光分岐装置の概略構成図である。

【図 9】

従来提案された光ファイバ通信システムの要部を示す概略構成図である。

【図 1 0】

従来の光分岐装置の構成例を表わした概略構成図である。

【符号の説明】

- 1 0 1 光送信端局
- 1 0 2 第 1 の光受信端局
- 1 0 3 光分岐装置
- 1 0 4 第 2 の光受信端局
- 1 0 7 中継器
- 1 0 8 伝送路
- 1 1 1 ディスパージョン・シフト・ファイバ (Dispersion Shift Fiber : D S F)
- 1 1 2 ディスパージョン・コンペンセイト・ファイバ (Dispersion Compensate Fiber : D C F)
- 1 1 4、1 1 5、2 2 2、2 2 3、3 0 4 光分散補償器
- 1 2 3 分散補償回路
- 1 3 1 光信号
- 2 0 1 A局

202 B局

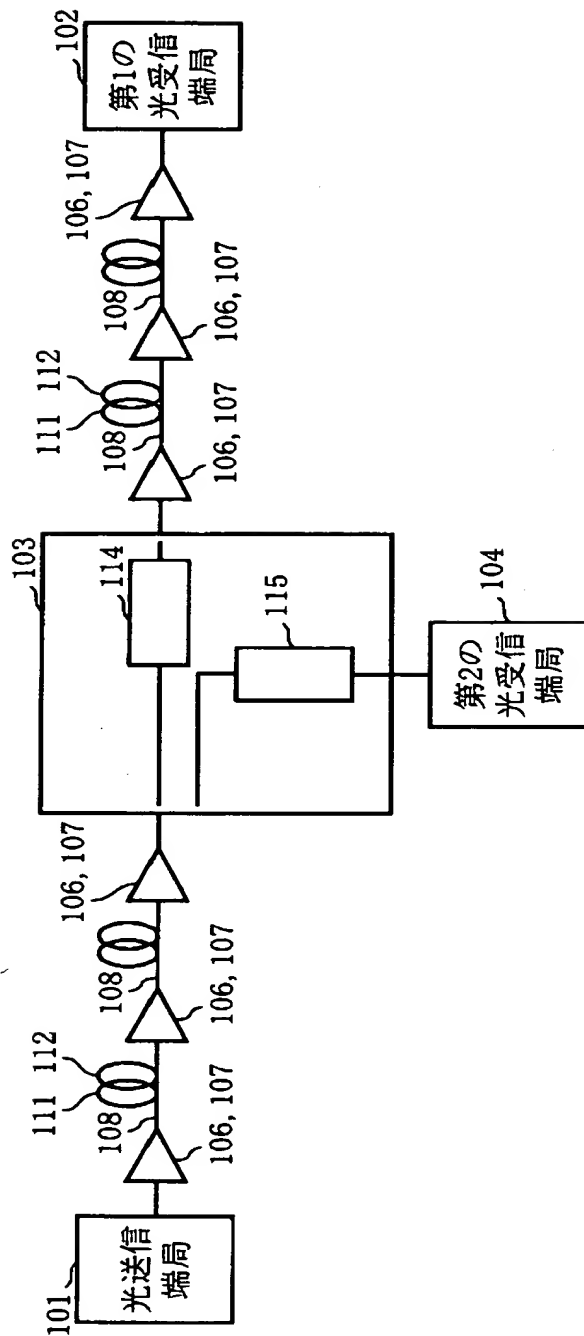
203 C局

302 光スイッチ

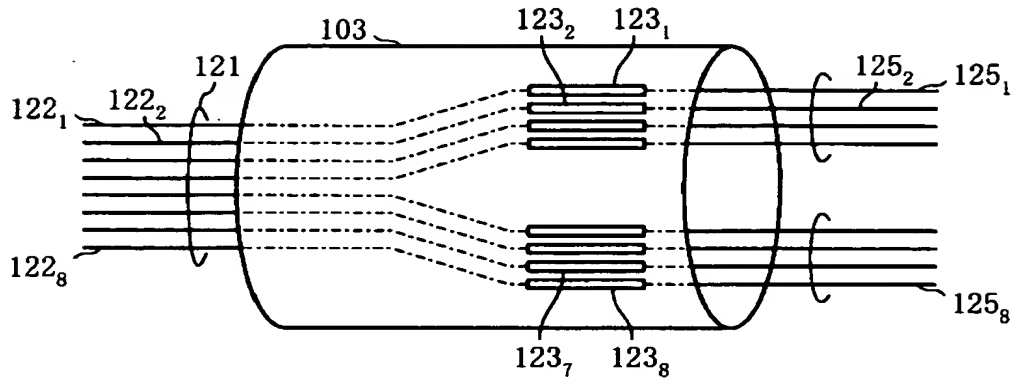
【書類名】

図面

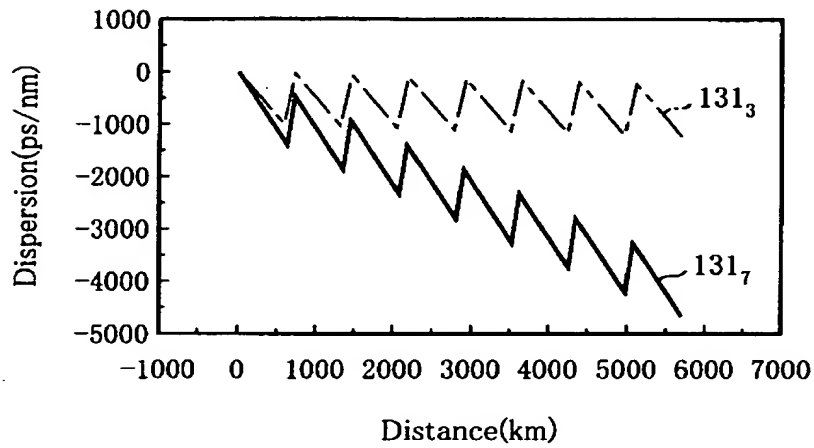
【図 1】



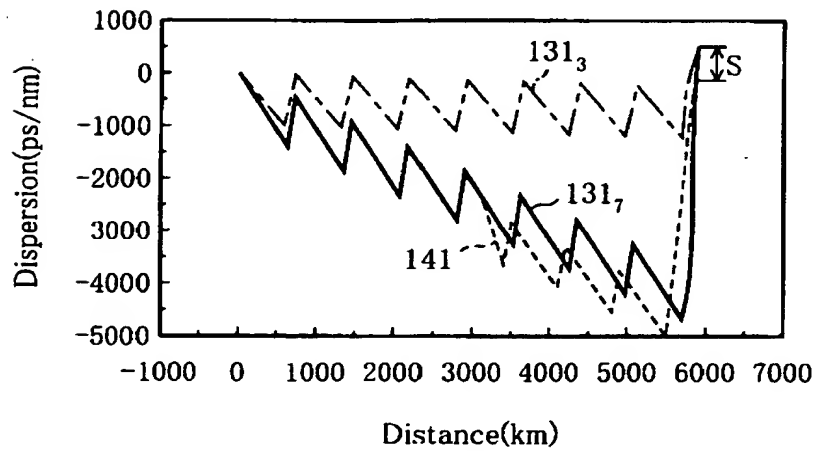
【図 2】



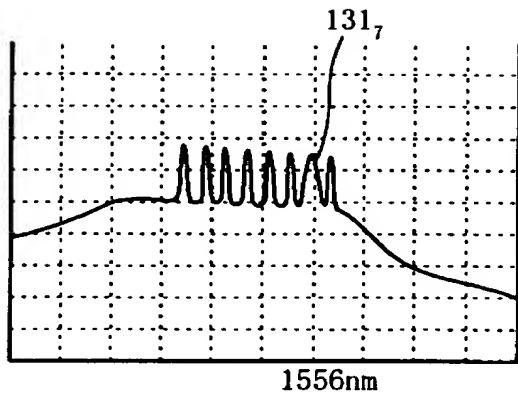
【図 3】



【図 4】

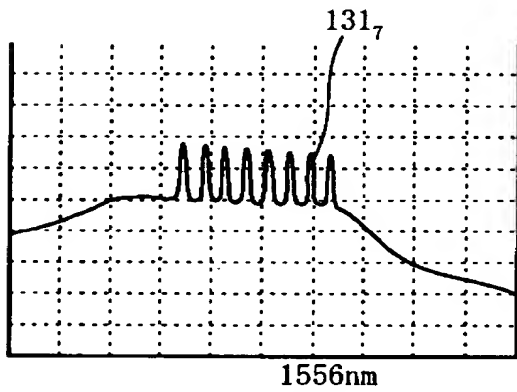


【図 5】



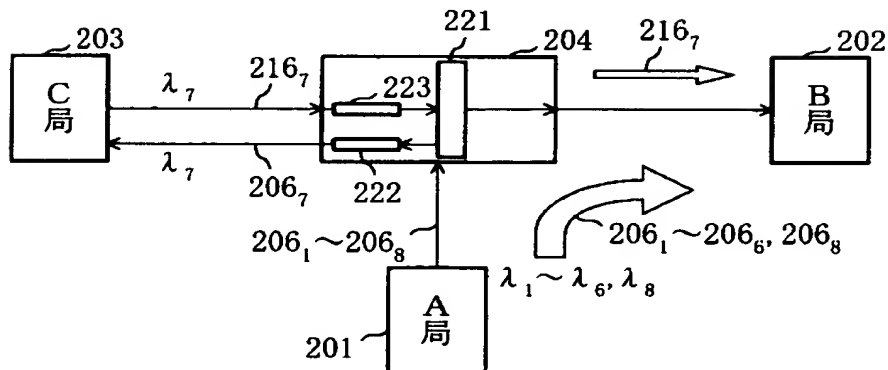
(分散補償前)

【図 6】

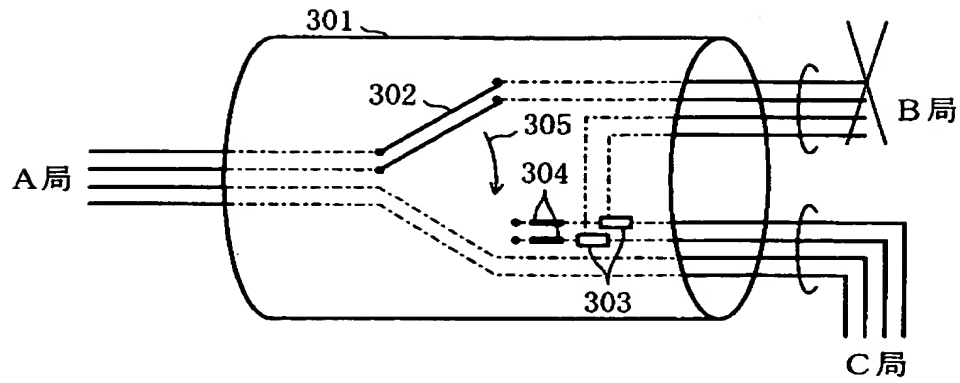


(分散補償後)

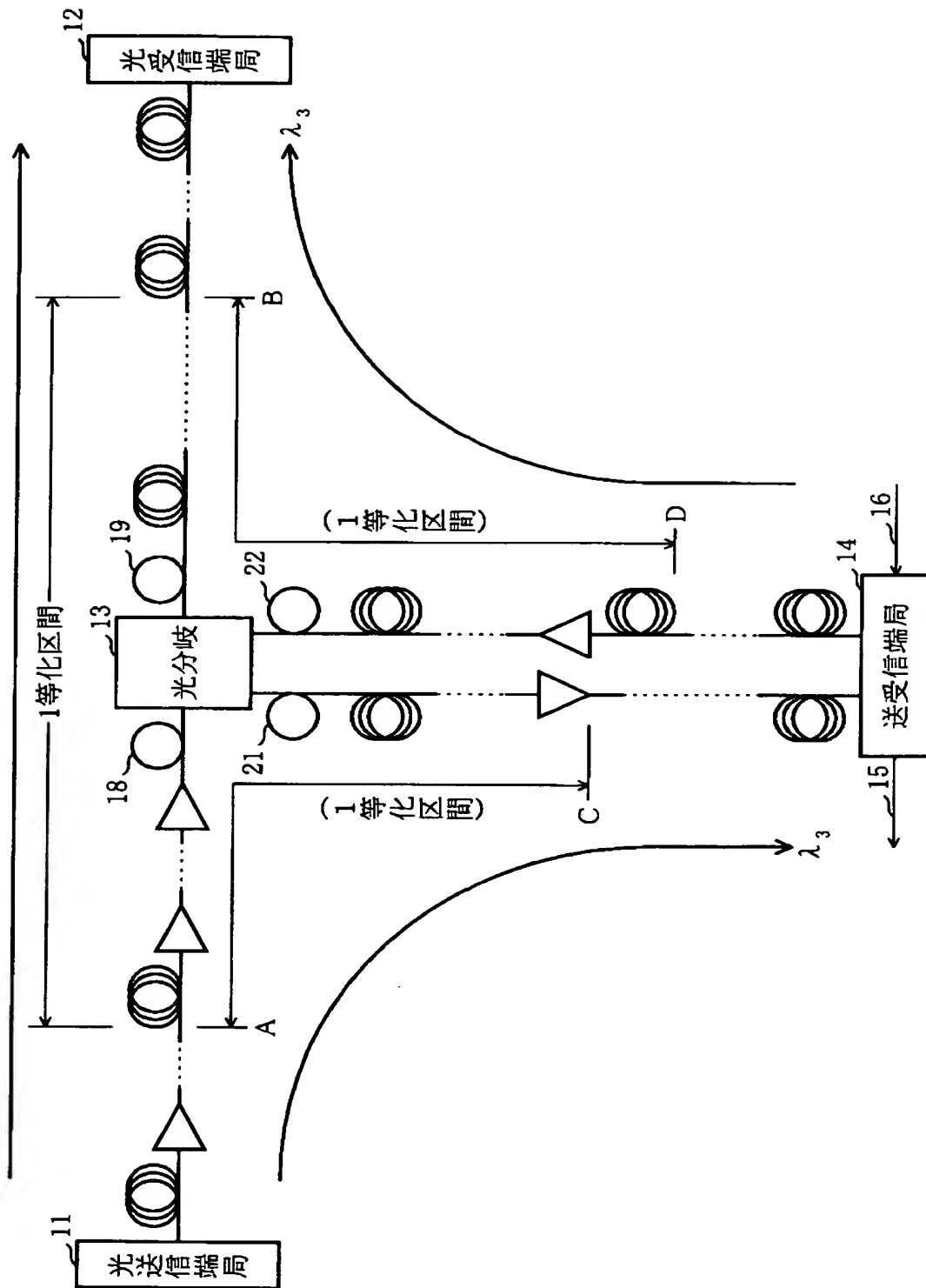
【図 7】



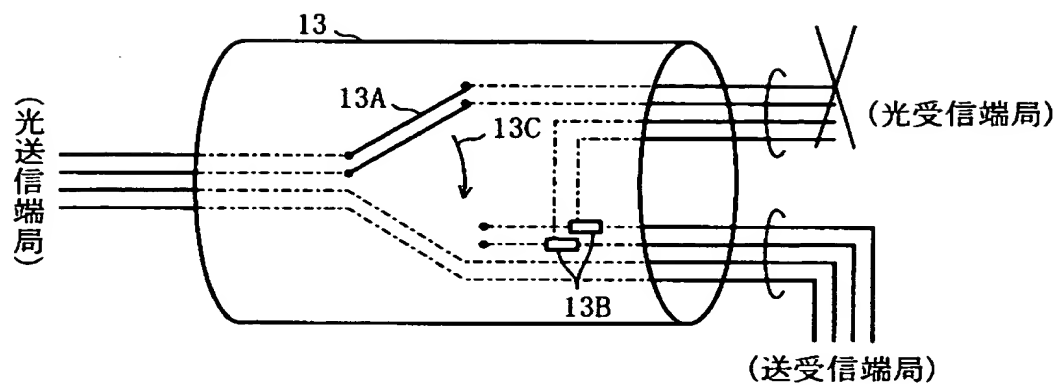
【図 8】



【図9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光分岐装置を伝送路の一部に配置するとき、分散を補償するための特別の作業を不要にすること。

【解決手段】 光送信端局 1 0 1 と第 1 の光受信端局 1 0 2 および第 2 の光受信端局 1 0 4 の間には光分岐装置 1 0 3 が配置されている。この光分岐装置 1 0 3 内には第 1 の光受信端局 1 0 2 との間のメインパス用に光分散補償器 1 1 4 が、また第 2 の光受信端局 1 0 4 との間のサブパス用に光分散補償器 1 1 5 が配置されている。これらにより、光分岐装置 1 0 3 内の分散が補償されるので、光分岐装置 1 0 3 を伝送路の途中に配置したことによる光信号の分散の影響がそれぞれの端局 1 0 2、1 0 4 で生じることがない。また、光分岐装置 1 0 3 を配置したために伝送路のそれ以外の部分にその分の分散を補償するための光分散補償手段を追加する必要もない。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-069097
受付番号	50000296948
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成12年 3月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 3月13日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社